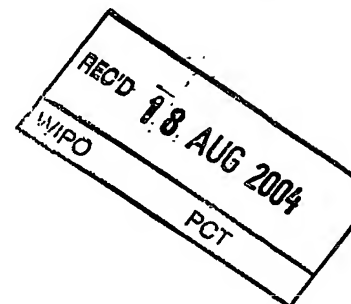


29. 07. 2004



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 32 109.8

**Anmeldetag:** 15. Juli 2003

**Anmelder/Inhaber:** Wacker Construction Equipment AG,  
80809 München/DE

**Bezeichnung:** Arbeitsgerät mit Handgriffabfederung

**IPC:** B 25 F, B 25 D, B 25 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. Juli 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Letang

**MÜLLER · HOFFMANN & PARTNER - PATENTANWÄLTE**

European Patent Attorneys - European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17  
D-81667 München

Anwaltsakte: 54.493

Anmelderzeichen: WW\_AZ\_0000187

Ho/kx

15.07.2003

**Wacker Construction Equipment AG**

Preußenstraße 41

80809 München

---

**Arbeitsgerät mit Handgriffabfederung**

---

### Beschreibung

- 1 Die Erfindung betrifft ein handgehaltenes Arbeitsgerät gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Handgehaltene Arbeitsgeräte, insbesondere Bohr- und/oder Schlaghämmer  
5 (nachfolgend als Hammer bezeichnet) weisen häufig eine Schwingungserregungseinrichtung zum Erzeugen einer zum Erzielen der gewünschten Arbeitswirkung erforderlichen Schwingung auf. Bei Bohr- und/oder Schlaghämmern ist dies üblicherweise ein Schlagwerk, mit dem eine Schlagwirkung gegen ein Werkzeug erzielt wird. Die starke Schwingung sollte allerdings so wenig wie möglich auf den das Arbeitsgerät mit den Händen haltenden Bediener einwirken.

Es sind Hämmer bekannt, die Anti-Vibrations-Systeme mit passiven Federelementen, insbesondere Gummipuffern, aufweisen. Um eine gute Schwingungsisolierung unter verschiedenen Einsatzbedingungen zu erreichen, sind prinzipiell  
15 niedrige Federsteifigkeiten und große Federwege anzustreben, welche jedoch für Bauraum und Handhabung des Arbeitsgeräts von Nachteil sind.

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass z. B. bei Hämmern mit stark wechselnden Andrückkräften zu rechnen ist. Diese resultieren zum einen aus  
20 unterschiedlichen Reaktionskräften bzw. Rückstoßkräften aufgrund verschiedener Werkzeugtypen oder inhomogenen, zu bearbeitenden Materialien. Zum anderen wechseln die Andrückkräfte aufgrund unterschiedlich wirkender Gewichtskräfte, die durch die Bearbeitungsrichtung (nach unten, horizontal, nach oben) sowie unterschiedliche Werkzeuggewichte bedingt sind.

25 Es ist oftmals problematisch, geeignete Federelemente zu entwickeln, die sämtlichen denkbaren Betriebszuständen, insbesondere der gesamten möglichen Bandbreite von Andrückkräften Rechnung tragen.

30 In der DE 196 46 622 A1 wird ein an einem Handgriff führbares Arbeitsgerät beschrieben. Der Handgriff ist durch ein aktiv gesteuertes oder geregeltes Kompensationsglied aktiv schwingungsgedämpft, wobei das Kompensationsglied in Abhängigkeit von der zu ihm übertragbaren, im Arbeitsgerät entstehenden Vibration, eine kompensierende Kraft bzw. Bewegung erzeugt. Durch diese Kompensationswirkung ist es möglich, die im Arbeitsgerät entstehende Schwingung weit-  
35

- 1 gehend auszugleichen, so dass der dem Kompensationsglied nachgeschaltete Handgriff im Wesentlichen schwingungsfrei ist. Allerdings ist der bauliche und regelungstechnische Aufwand für ein derartiges Gerät nicht unerheblich.
- 5 In der DE 101 00 378 A1 wird eine Handwerkzeugmaschine beschrieben, die einen Schwingungserreger sowie eine zwischen dem Schwingungserreger und einem Handgriff angeordnete Schwingungsisoliereinrichtung aufweist. Die Schwingungsisoliereinrichtung weist einen Aktor auf, über den die Betriebskraft mit einer Stellkraft zumindest teilweise kompensierbar ist. Dabei ist die Stell-
- 10 kraft weitgehend unabhängig von der tatsächlich existierenden, zu isolierenden Schwingung. Die Schwingung selbst wird durch ein parallel zu dem Aktor angeordnetes Federelement mit relativ weicher Kennlinie kompensiert. Bei dem beschriebenen Arbeitsgerät übernimmt der Aktor selbst somit keine Schwingungsdämpfungsfunktion. Vielmehr gewährleistet er, dass die Arbeitsstellung des
- 15 Federelements, d. h. dessen Vorspannung, stets in einem vorgegebenen Bereich liegt, so dass das Federelement die anliegende Schwingung kompensieren kann. Die Stellkraft des Aktors wird automatisch in Abhängigkeit von der von außen wirkenden Betriebskraft, insbesondere der Andrückkraft vom Bediener automatisch eingestellt. Insofern kann von einer "semi-aktiven" Schwingungsisolierung
- 20 gesprochen werden. Der Aktor kann elektrisch, elektromagnetisch oder hydraulisch ausgeführt sein, was einen erheblichen baulichen Aufwand erfordert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein handgehaltenes Arbeitsgerät mit semi-aktiver Schwingungsisolierung derart auszugestalten, dass der Bauauf-

5 wand minimiert wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein handgehaltenes Arbeitsgerät gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

30

Ein handgehaltenes Arbeitsgerät weist eine Schwingungsisoliereinrichtung zwischen einer einen Schwingungserreger umfassenden ersten Einheit und einer relativ zu der ersten Einheit wenigstens in einer Arbeitsrichtung beweglichen zweiten Einheit auf. Bestandteil der Schwingungsisoliereinrichtung ist ein Aktor

35 zum Erzeugen einer Stellkraft, mit der eine in der Arbeitsrichtung zwischen der ersten und der zweiten Einheit wirkende Betriebskraft, z. B. eine Andrückkraft, wenigstens teilweise kompensierbar ist. Der Aktor wird pneumatisch betrieben.

- 1 Es hat sich herausgestellt, dass ein pneumatisch betriebener Aktor gegenüber den in der DE 101 00 378 A1 beschriebenen Antriebsprinzipien für Aktoren erhebliche Vorteile hat. Zum einen ist kein zusätzliches Medium (z. B. Hydrauliköl) erforderlich. Luft ist als Medium jederzeit in ausreichender Menge verfügbar und kann ohne besonderen Dichtungsaufwand verarbeitet werden. Eventuelle Leckverluste sind unkritisch. Zum anderen ist der Regelungsaufwand im Verhältnis zu z. B. elektrischen oder elektromagnetischen Aktoren erheblich geringer. Darüber hinaus ist der Energieaufwand für elektrische Aktoren vergleichsweise hoch, da die Aktoren schnell reagieren müssen, was nur durch eine entsprechende zur Verfügung stehende Leistung möglich ist.
- Wie bereits im Zusammenhang mit dem Stand der Technik erläutert und später noch detaillierter ausgeführt, kommt dem Aktor die primäre Aufgabe zu, die zwischen der ersten und der zweiten Einheit wirkende Betriebskraft zu kompensieren, so dass die eigentliche Schwingungsisolierung durch ein parallel zu dem Aktor angeordnetes Federelement übernommen werden kann. Da jedoch der Aktor erfindungsgemäß pneumatisch betrieben wird, weist er aufgrund der Kompressibilität der Luft bereits selbst gute Federeigenschaften auf und dient somit ebenfalls zur Schwingungsisolierung. Ein hydraulisch betriebener Aktor könnte eine derartige Schwingungsisolierung aufgrund der Inkompressibilität von Hydraulikfluid nicht leisten. Auch elektrisch betriebene Aktoren würden stets versuchen, einer schwingungsbedingten Auslenkung gegenzuwirken und so eine Federwirkung zu verhindern.
- Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem Arbeitsgerät um einen Bohr-/und oder Schlaghammer (nachfolgend als Hammer bezeichnet). Die zweite Einheit trägt einen Handgriff, an dem der Bediener das Arbeitsgerät führen und halten kann. In der ersten Einheit ist ein an sich bekanntes Luftfederschlagwerk vorgesehen, das einen von einem Motor angetriebenen Antriebskolben zum Antreiben eines Schlagkolbens aufweist. Zwischen dem Antriebskolben und dem Schlagkolben bildet sich eine Luftfeder aus, die die Bewegung des Antriebskolbens auf den Schlagkolben überträgt, der wiederum gegen ein Werkzeug schlägt. Erfindungsgemäß ist dabei der Antriebskolben zum Erzeugen von Druckluft zum Spelsen des Aktors ausgebildet.
- Bei dieser Ausführungsform wird ein weiterer Vorteil eines pneumatisch betriebenen Aktors deutlich. Der Antriebskolben des Schlagwerks ist nämlich bereits

- 1 zum Erzeugen von Druckluft ausgebildet, wenn auch bei bekannten Schlagwer-  
ken lediglich zum Antreiben des Schlagkolbens. Erfindungsgemäß kommt dem  
Antriebskolben jetzt eine zweite Funktion zu, nämlich das Erzeugen von Druck-  
luft für den Aktor. Weil jedoch der Antriebskolben hierzu in einfacher Weise ge-  
5 nutzt werden kann, sind keine zusätzlichen Bauelemente zum Erzeugen eines  
Druckmediums, wie z. B. eine Hydraulikpumpe o. Ä., erforderlich. Die vom An-  
triebskolben z. B. bei seiner Rückbewegung, nach Vorwärtstreiben des Schlag-  
kolbens, verdrängte Luft kann als Druckluft dem Aktor zugeführt werden.
- 10 Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Aktor einen von dem Antriebskol-  
ben mit Druckluft befüllbaren Druckluftspeicher aufweist. Der Druckluftspei-  
cher dient nicht nur als Druckluftvorrat für den Aktor, aus dem bei Bedarf  
Druckluft entnommen und dem Aktor zugeführt werden kann. Außerdem ver-  
gleichmäßigigt der Druckluftspeicher auch die von dem Antriebskolben aufgrund  
15 seiner Hin- und Herbewegung schubweise zugeführte Druckluft.

- Bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung weist der Aktor den  
Druckluftspeicher, eine Ventileinrichtung, eine Handgriff-Luftfeder und einen  
Handgriffkolben auf. Dabei ist der Druckluftspeicher über die Ventileinrichtung  
20 mit der Handgriff-Luftfeder verbindbar, während die Handgriff-Luftfeder auf den  
Handgriffkolben wirkt, der mit dem Handgriff verbunden ist. Der Kern des  
Aktors wird somit durch die Handgriff-Luftfeder gebildet. Je nach dem, mit  
welchem Druck aus dem Druckluftspeicher die Handgriff-Luftfeder gefüllt ist,  
verlagert sie den von ihr beaufschlagten Handgriffkolben, der wiederum mit dem  
5 Handgriff formschlüssig verbunden ist und diesen damit mitbewegt. Die Ven-  
tileinrichtung stellt dabei sicher, dass nur soviel Druckluft aus dem Druckluft-  
speicher in die Handgriff-Luftfeder gelangt, wie erforderlich.

- Vorteilhafterweise ist die Ventileinrichtung derart ausgebildet, dass, wenn der  
30 Handgriffkolben ein die Handgriff-Luftfeder umschreibendes Volumen über ein  
vorgegebenes Maß verkleinert, Druckluft aus dem Druckluftspeicher in die  
Handgriff-Luftfeder nachführbar ist, um das vorgegebene Maß für das Volumen  
der Handgriff-Luftfeder wieder zu erreichen. Wenn somit der Bediener mit  
erhöhter Betriebskraft gegen den Handgriff drückt, verlagert er den Handgriff  
35 und somit den Handgriffkolben gegen die Wirkung der Handgriff-Luftfeder. Auf-  
grund der Kompressibilität der Luft wird das Volumen der Handgriff-Luftfeder  
verkleinert, bis schließlich ein vorgegebener minimaler Grenzwert erreicht wird.

- 1 Daraufhin öffnet die Ventileinrichtung die Verbindung zwischen dem Druckluftspeicher und der Handgriff-Luftfeder, so dass der Luftdruck in der Handgriff-Luftfeder erhöht wird. Als Folge davon vergrößert sich die auf den Handgriffkolben wirkende Kraft und drückt den Kolben wieder entgegen der Wirkung der
- 5 Betriebskraft. Bei entsprechender Einstellung des Systems lässt es sich somit sicherstellen, dass der Handgriff seine Relativstellung gegenüber der das Luftfederschlagwerk aufweisenden ersten Einheit kaum verändert.

- Ergänzend dazu ist es zweckmäßig, wenn die Ventileinrichtung auch ein Auslassventil aufweist, um Druckluft aus der Handgriff-Luftfeder auszulassen, wenn
- 10 das Volumen der Handgriff-Luftfeder aufgrund einer Verlagerung des Handgriffkolbens einen vorgegebenen Maximalwert übersteigt.

- Dieser Fall kann z. B. auftreten, wenn der Bediener zunächst mit hoher
- 15 Betriebskraft gegen den Handgriff gedrückt hat und dann schließlich die Betriebskraft zurücknimmt, weil er das Gerät abheben möchte. Als Folge davon würde der hohe Luftdruck in der Handgriff-Luftfeder den Handgriffkolben und damit den Handgriff weiter nach außen drücken, was insbesondere bei einem Neuansetzen des Geräts mit geringerer Betriebskraft dazu führen würde, dass
- 20 die Schwingungsisolierung nicht im optimalen Betriebsbereich arbeitet.

- Um das zu verhindern, ist das Auslassventil vorgesehen, das eine Verbindung von der Handgriff-Luftfeder nach außen öffnet, wenn aufgrund einer Absenkung der Betriebskraft die Handgriff-Luftfeder den Handgriffkolben verlagert und sich
- 5 dadurch über einen vorgegebenen Maximalwert vergrößert.

Die zuletzt beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung lassen sich sowohl rein mechanisch als auch mechanisch-elektronisch (mechatronisch) realisieren.

- 30 Bei der mechanischen Lösung ist die Ventileinrichtung vorzugsweise mit dem Handgriffkolben gekoppelt. Der Handgriffkolben ist - je nach Druckbeaufschlagung durch die Handgriff-Luftfeder - zwischen zwei Extremstellungen bewegbar. Vor diesen beiden Extremstellungen lassen sich Kolbenstellungen definieren, die einem Minimalwert und einem Maximalwert für das Volumen der Handgriff-Luft-
- 35 feder entsprechen. Innerhalb dieser Werte soll keine Zuführung oder Abführung von Druckluft zu oder aus der Handgriff-Luftfeder erfolgen. Sobald jedoch aufgrund einer geänderten Betriebskraft die Stellung des Handgriffkolbens eine der

- 1 beiden Grenzwerte (Maximalwert oder Minimalwert) überschreitet, öffnet die Ventileinrichtung ein jeweils zugeordnetes Ventil, d. h. entweder ein Einlassventil, das eine Verbindung zwischen dem Druckluftspeicher und der Handgriff-Luftfeder herstellt, oder das Auslassventil zum Auslassen von Druckluft nach
- 5 außen. Um dies zu realisieren weist die Ventileinrichtung entsprechende Einlasskanäle für das Einlassventil und Auslasskanäle für das Auslassventil auf, die in Abhängigkeit von der Stellung des Handgriffkolbens geöffnet oder geschlossen werden. Die Kanäle und deren Schließ- bzw. Öffnungsmechanismen lassen sich in einfacher Weise mit dem Handgriffkolben kombinieren.

10

Bei der mechatronischen Lösung ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Sensor vorgesehen ist, mit dem sich die Relativstellung der ersten und der zweiten Einheit, also insbesondere des das Schlagwerk und den Antrieb aufnehmenden Hauptgehäuses und des dazu relativ beweglichen Handgriffs bestimmen lässt.

- 15 Der Sensor sollte derart angeordnet sein, dass er wenigstens den Punkt der optimalen Relativstellung zwischen den beiden Einheiten erfassen kann.

Vorzugsweise sind der Sensor und die Ventileinrichtung mit einer Steuerung verbunden, wobei die Ventileinrichtung durch die Steuerung derart ansteuerbar

- 20 ist, dass in der Handgriff-Luftfeder ein derartiger Druckluftzustand herrscht, dass die von dem Sensor erfassten Relativstellungen der ersten und der zweiten Einheit in einem vorgegebenen Schwankungsbereich gehalten werden. Der Schwankungsbereich wird z. B. durch den oben beschriebenen Maximalwert und Minimalwert für das Volumen der Handgriff-Luftfeder definiert. Die Steuerung überwacht mit Hilfe des Sensors die Relativstellung zwischen der ersten und der zweiten Einheit und kann bei Überschreiten des vorgegebenen Schwankungsbereichs mit Hilfe der Ventileinrichtung entsprechende Gegenmaßnahmen ansteuern. Zum einen ist es somit möglich, Druckluft aus dem Druckluftspeicher über das Einlassventil in die Handgriff-Luftfeder einströmen zu lassen.
- 30 Zum anderen kann die Steuerung auch dafür sorgen, dass die Handgriff-Luftfeder über das Auslassventil entlastet wird.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist parallel zu dem Aktor zwischen der ersten und der zweiten Einheit eine Federeinrichtung

35 angeordnet. Die Federeinrichtung kann eine weichere Federkennlinie als der Aktor aufweisen.



1 Alternativ dazu ist es möglich, dass die Federeinrichtung eine Federsteifigkeit aufweist, die wenigstens so groß ist, dass durch die Federeinrichtung die Bewegung einer Amplitude der Schwingung aufnehmbar ist, ohne dass ein Blocksetzen der Federeinrichtung auftritt.

5

Die zwischen der ersten Einheit und der zweiten Einheit wirkende Kraft setzt sich im Wesentlichen aus zwei Bestandteilen zusammen: Zum einen wirkt die Betriebskraft, die im Wesentlichen durch den Bediener durch Drücken des Handgriffs von außen aufgebracht wird. Der Betriebskraft wird eine Kraft überlagert, die durch die in der ersten Einheit erregte Schwingung erzeugt wird.

10

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist es möglich, dass die Betriebskraft weitgehend vollständig durch den Aktor aufgenommen und kompensiert wird, wobei der Aktor idealerweise die Federsteifigkeit "Null" bzw. eine sehr geringe Federsteifigkeit aufweisen sollte. Eine geringe Erhöhung der auf den Aktor wirkenden Kraft im niederfrequenten Bereich würde eine Verlagerung des Aktorstößels bewirken, ohne dass der Aktor zunächst eine erhöhte Gegenkraft entgegengesetzt. Erst bei Überschreiten der Grenzstellungen würde die Aktorkraft vergrößert.

15

20 Überlagert dazu wird die Wirkung der Federeinrichtung, die die durch die Schwingungsamplitude hervorgerufenen Kraft- bzw. Wegänderungen aufnimmt. Die Schwingungsamplitude wiederum wird nicht bzw. kaum durch die Betriebskraft beeinflusst. Die Federeinrichtung muss daher eine Federsteifigkeit haben, um die Schwingungsamplitude vollständig aufnehmen zu können, ohne dass ein Blocksetzen auftritt, d. h. ohne dass die Federeinrichtung so weit zusammengedrückt wird, dass entsprechende Anschläge in Berührung kommen und ein weiteres Komprimieren der Feder verhindern. Da die im Betrieb auftretenden Schwingungsamplituden im Wesentlichen vorher bekannt sind, lässt sich die Federeinrichtung entsprechend auslegen.

25

30

Im Übrigen sollte aber die Federsteifigkeit der Federeinrichtung so niedrig wie möglich sein, um eine besonders weiche Federung zu ermöglichen.

35

Damit ist es möglich, dass der Aktor in der oben beschriebenen Weise die von außen auf das Arbeitsgerät einwirkende Betriebskraft zwischen der ersten und der zweiten Einheit kompensiert, wodurch die Betriebskraft keine nennenswerte Verformung der weichen Federeinrichtung bewirkt. Die Federeinrichtung hinge-

- 1 gen ist geeignet, die höherfrequenten Schwingungen, die durch den Schwingungserreger in der ersten Einheit entstehen, zu kompensieren, wodurch die zweite Einheit im Wesentlichen von Schwingungen isoliert ist.
- 5 Die Federeinrichtung muss somit nicht über den gesamten Wertebereich von denkbaren Betriebskräften verformbar sein, was aufgrund der weichen Federkennlinie zu einer großen Baulänge der Feder führen würde. Vielmehr ist es aufgrund der Kompensation der Betriebskraft durch den Aktor möglich, dass die Federeinrichtung nur einen relativ kleinen Betriebsbereich für die Relativbewegung zwischen der ersten und der zweiten Einheit bereitstellen muss, so dass
- 10 die Federeinrichtung trotz der weichen Federkennlinie kurz baut.
- Bei einer vorteilhaften Weiterentwicklung ist die von dem Aktor erzeugte Stellkraft zyklisch veränderbar, wobei die Änderung mit der gleichen Frequenz
- 15 erfolgt, mit der sich der Antriebskolben bewegt. Die durch den Antriebskolben im Luftfederschlagwerk erzeugte Schwingung weist zwangsläufig exakt die gleiche Frequenz auf, mit der sich auch der Antriebskolben bewegt. Dementsprechend ist die Frequenz der zu isolierenden Schwingung bereits durch die Bewegungsfrequenz des Antriebskolbens vorgegeben. Wenn nun der Aktor mit
- 20 der gleichen Frequenz arbeitet, lässt sich durch die in gewisser Weise pulsierende Wirkung des Aktors die vom Antriebskolben bewirkte Schwingung kompensieren.
- Eventuell erforderliche Phasenverschiebungen bezüglich der Bewegung des Antriebskolbens und der Stellarbeit des Aktors lassen sich durch geeignete Koppelung von Ventilen der Ventileinrichtung und Zwischenschalten des Druckluftspeichers lösen. So ist es z. B. möglich, dass der Antriebskolben nach Beaufschlagung des Schlagkolbens und Durchführung des Schlags durch den Schlagkolben bei seiner Rückbewegung Luft in den Druckluftspeicher pumpt. Bei der
- 30 im nächsten Zyklus erfolgenden Schlagwirkung und damit hervorgerufenen Schwingung öffnet das Ventil zwischen Druckluftspeicher und Handgriff-Luftfeder, um den Druck in der Handgriff-Luftfeder zu erhöhen und dadurch die Kraftwirkung zu erhöhen. Bei erneuter Rückbewegung des Arbeitskolbens wird die Handgriff-Luftfeder entleert, während der Druckluftspeicher erneut gefüllt
- 35 wird. Diese Ausführungsform der Erfindung ermöglicht eine besonders geschickte und zuverlässige Kompensation der am Handgriff unerwünschten Schwingungswirkung.

- 1 Alternativ zu der vorbeschriebenen Ausführungsform kann bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung die maximale Stellfrequenz des Aktors kleiner sein als die Frequenz der in der ersten Einheit erzeugten Schwingung, also insbesondere als die Bewegungsfrequenz des Antriebskolbens. Dadurch ist sicher-
- 5 gestellt, dass der Aktor lediglich die von außen wirkende Betriebskraft kompensiert, nicht jedoch aktiv der Schwingung entgegenwirkt. Die Schwingung wird stattdessen in der oben beschriebenen Weise durch die weichere Federeinrichtung kompensiert oder - aufgrund der Kompressibilität der Luft - passiv auch durch den Aktor.

10

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist eine von dem Antrieb des Arbeitsgeräts angetriebene Druckluftherzeugungseinrichtung vorgesehen, die unabhängig von den eigentlichen Arbeitsfunktionen des Geräts Druckluft für den Aktor erzeugt. Dafür eignet sich z. B. ein kleiner Schraubenkompressor.

15

- Die Stellkraft des Aktors sollte derart einstellbar sein, dass ein Schwankungsbereich für die durch unterschiedliche Betriebskräfte verursachten Relativstellungen zwischen der ersten und der zweiten Einheit sichergestellt ist, der kleiner als ein Schwankungsbereich ist, den die Relativstellungen zwischen der
- 20 ersten und der zweiten Einheit bei ebenso unterschiedlichen Betriebskräften, jedoch ohne die Kompensationswirkung der Stellkraft des Aktors erreichen würden. Das bedeutet, dass sich die erste und die zweite Einheit ohne die Wirkung des Aktors in einem erheblich größeren Bereich relativ zueinander bewegen lassen würden. Der Aktor hingegen stellt sicher, dass dieser Schwankungsbereich
- 5 möglichst klein ist, um dort, z. B. mit Hilfe der parallel geschalteten Federeinrichtung, eine bestmögliche Schwingungsisolierung zu erreichen.

30

- Erfindungsgemäß wird somit ein Kraft erzeugender pneumatischer Aktor beschrieben, der die über einen bestimmten Zeitraum gemittelte Andrückkraft wie
- bei einer Niveauregulierung ausgleicht. Die eigentliche Schwingungsisolierung wird entweder nur durch die Federeigenschaft des Luftpolsters in der Handgriff-Luftfeder selbst oder zusätzlich durch die Parallelschaltung der passiven Federeinrichtung mit hinreichend niedriger Federsteifigkeit erreicht. Dies bedeutet, dass die flache Federkennlinie während des Schwingungsvorgangs bei wechselnder Anpresskraft derart verschoben wird, dass die Schwingung im Idealfall um
- 35 einen festgelegten Punkt oszilliert. Auch wenn vorstehend im Wesentlichen eine semi-aktive Schwingungsisolierung beschrieben worden ist, ist es insbesondere

- 1 mit der mechatronischen Variante denkbar, bei prinzipiell gleicher Bauweise  
auch eine voll aktive Kompensation zu erreichen, wobei dann die Anforderungen  
an Sensoren, Steuerung und Ventile aufgrund der zunehmenden Schaltfrequen-  
zen höher sind. Umgekehrt sind bei der semi-aktiven Schwingungsisolation die  
5 Anforderungen an die Bauelemente deutlich geringer, weil die eigentliche  
Schwingungsisolation lediglich passiv erfolgt.

- Die Krafteigenschaften des Aktors, der im Übrigen auch aus mehreren kleineren  
Aktoren bestehen kann, sowie die passive Federeinrichtung, die ihrerseits eben-  
10 falls mehrere Federelemente aufweisen kann, sind derart aufeinander abzustim-  
men, dass wenigstens die maximal denkbare Betriebskraft kompensiert werden  
kann. So ist es einerseits möglich, einen starken Aktor mit einer Federeinrich-  
tung mit sehr weicher Kennlinie zu kombinieren, während andererseits eine  
steifere Federeinrichtung eine schwächere Gestaltung des Aktors ermöglicht.

- 15 Es ist anzustreben, die Handgriff-Luftfeder möglichst groß auszuführen, weil  
dann die relative Volumenänderung durch die Handgriffbewegung gering und  
somit die wirksame Kraft nahezu konstant bleibt.

- 20 Wenn die Kolbenfläche des Handgriffkolbens genügend groß ausgeführt ist,  
kann der Betriebsdruck in der Handgriff-Luftfeder niedrig gehalten werden.  
Damit lässt sich auch die Änderung der Federsteifigkeit der Luftfeder gegenüber  
der Änderung der Betriebskraft gering halten.

- 5 Diese und weitere Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von Bei-  
spielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

- 30 **Fig. 1** schematisch eine geschnittene Seitenansicht eines erfindungsge-  
mäßigen Arbeitsgeräts;

- Fig. 2** das Arbeitsgerät aus Fig. 1, mit teilweise aufgeschnittenem Schlag-  
werk und erfindungsgemäßem Aktor;

- 35 **Fig. 3** eine Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 2;

1 **Fig. 4** eine Ausschnittsvergrößerung einer weiteren Ausführungsform.

Fig. 1 zeigt am Beispiel eines Bohr- und/oder Schlaghammers den prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Arbeitsgeräts. Eine erste Einheit 1 und eine  
5 zweite Einheit 2 sind über eine Schwingungsisoliereinrichtung 3 miteinander verbunden.

Die Schwingungsisoliereinrichtung 3 weist einen Aktor 4 sowie eine Federeinrichtung 5 auf.

10

Weiterhin sind zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Einheit 2 Führungselemente 6 angeordnet, die ein Verkanten der beiden Einheiten 1, 2 vermeiden sollen. Die Führungselemente 6 können aus Gummi bzw. Kunststoff bestehen und insofern ebenfalls zur Schwingungsisolierung beitragen.

15

In der ersten Einheit 1 ist in bekannter Weise - daher im Einzelnen nicht dargestellt - ein Antriebsmotor angeordnet, der über eine Kurbelwelle einen in Fig. 2 erkennbaren Antriebskolben 7 hin- und herbewegt. Vor dem Antriebskolben 7, d. h. in einer Arbeitsrichtung A, ist ein nicht dargestellter Schlagkolben angeordnet. Durch die Bewegung des Antriebskolbens 7 bildet sich zwischen dem  
20 Antriebskolben 7 und dem Schlagkolben eine Luftfeder 8 aus, die wiederum den Schlagkolben antreibt, so dass er gegen ein nicht dargestelltes Werkzeugende bzw. einen zwischengeschalteten Döpper aufschlägt. Die Funktionsweise derartiger Luftfederschlagwerke ist bekannt, so dass sich an dieser Stelle eine weitergehende Darlegung erübrigt.

An der zweiten Einheit 2 ist am hinteren Ende ein Handgriff 9 ausgebildet.

Da die Fig. 2 und 3 im Wesentlichen die gleiche Darstellung betreffen, werden  
30 sie nachfolgend gemeinsam beschrieben.

Der Aktor 4 weist einen Druckluftspeicher 10, eine Handgriff-Luftfeder 11 sowie einen Handgriffkolben 12 auf. Bestandteil des Aktors ist weiterhin eine Ventileinrichtung, die ein Einlassventil 13 und ein Auslassventil 14 umfasst. Das  
35 Einlassventil 13 und das Auslassventil 14 bestehen im Wesentlichen aus einer in einen Zylinder eingefrästen Nut, der eine geschlossene Zylinderfläche gegenübersteht. Die Funktion wird später noch detaillierter erläutert.

- 1 Der Druckluftspeicher 10 ist darüber hinaus mit einem Einlassrückschlagventil 15 und einem Auslassrückschlagventil 16 ausgestattet.

Der Handgriffkolben 12 ist mit dem Handgriff 9 in Axialrichtung formschlüssig  
5 verbunden. Zum Ausgleich von eventuellen Fluchtungsfehlern, Seitbewegungen oder Winkelfehlern ist ein ringförmiges Gummi- bzw. Schaumelement 17 vorgesehen. In jedem Fall ist sichergestellt, dass die Axialbewegung des Handgriffkolbens 12 exakt auf den Handgriff 9 übertragen wird, und umgekehrt.

- 10 Nachfolgend wird die Funktionsweise erläutert:

Im Betrieb saugt der Antriebskolben 7 bei einer Vorwärtsbewegung in Arbeitsrichtung A Luft aus der Umgebung über ein Rückschlagventil 18 in einen Rückraum 19 an. Bei der nachfolgenden Rückbewegung des Antriebskolbens 7 entgegen der Arbeitsrichtung A wird die Luft aus dem Rückraum 19 über das Einlassrückschlagventil 15 in den Druckluftspeicher 10 gepresst. Bei der wiederum nachfolgenden Vorwärtsbewegung des Antriebskolbens 7 wird dann erneut Luft über das Rückschlagventil 18 angesaugt. Sofern in dem Druckluftspeicher 10 ein Überdruck entsteht, kann dieser über das Auslassrückschlagventil 16 abgebaut werden.  
20

Wenn jetzt der Bediener den Hammer am Handgriff 9 gegen ein zu bearbeitendes Gestein andrückt, bewegt sich der Handgriff 9 relativ zu der ersten Einheit 1 nach vorne in Arbeitsrichtung A. Dadurch dringt auch der Handgriffkolben 12 mit einem Stößel 20 tiefer in den Druckluftspeicher 10, bis über eine Nut 13a des Einlassventils 13 eine kommunizierende Verbindung zwischen dem Druckluftspeicher 10 und der Handgriff-Luftfeder 11 hergestellt wird. Darüber kann Druckluft aus dem Druckluftspeicher 10 in die Handgriff-Luftfeder 11 einströmen, die unter anderem gegen eine Kolbenfläche 21 wirkt und schließlich den  
30 Handgriffkolben 12 zusammen mit dem Handgriff 9 und der zweiten Einheit 2 wieder zurück, entgegen der Arbeitsrichtung A, bewegt. Dadurch lässt sich in sehr kurzer Zeit die störende Relativbewegung zwischen erster Einheit 1 und zweiter Einheit 2 kompensieren.

- 35 Wenn der Bediener mit noch höherer Betriebskraft gegen den Handgriff 9 drückt, wird das oben beschriebene Verfahren wiederholt.

- 1 Entlastet der Bediener hingegen den Handgriff 9 oder hebt er gar das Arbeitsge-  
rät am Handgriff 9 ab, bewegt sich der Handgriff 9 mit der zweiten Einheit 2  
relativ zu der ersten Einheit 1 nach hinten, entgegen der Arbeitsrichtung A.  
Folglich gleitet auch der Handgriffkolben 12 zurück und gibt schließlich die Nut  
5 14a am Auslassventil 14 frei, so dass Druckluft aus der Handgriff-Luftfeder 11  
in die Umgebung ausströmen kann, bis die Druckluft in der Handgriff-Luftfeder  
11 vollständig abgebaut ist.

- Die zweite Einheit 2 ist an der ersten Einheit darüber hinaus durch nicht dar-  
10 gestellte Anschläge, z. B. auch über die Führungselemente 6, gesichert, um ein  
vollständiges Lösen der zweiten Einheit 2 zu vermeiden. Die Anschläge gewähr-  
leisten, dass das Auslassventil 14 geöffnet wird, ohne dass der Handgriffkolben  
12 vollständig aus seiner Führung herausgleitet.

- 15 Aufgrund der kompressiblen Eigenschaften der Druckluft in der Handgriff-Luft-  
feder 11 ist der Aktor 4 bereits in der Lage, Schwingungen in erheblichem Maße  
zu isolieren. Zusätzlich ist bei der in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführ-  
ungsform die Federeinrichtung 5 in Form einer Schraubenfeder mit weicher Fe-  
derkennlinie angeordnet. Ohne den Aktor 4 würde die Federeinrichtung 5  
20 bereits bei geringer Betriebskraft am Handgriff 9 vollständig zusammen-  
gedrückt, so dass sie keine schwingungsisolierende Wirkung mehr hätte. Mit  
Hilfe des Aktors 4 ist es aber möglich, die in den Figuren gezeigte Relativ-  
stellung zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Einheit 2 aufrechtzu-  
erhalten, so dass die Federeinrichtung 5 immer noch einen ausreichenden  
5 Federweg bereitstellen kann. Dieser Federweg ist geeignet, die in der ersten Ein-  
heit 1 erzeugte Schwingung wirksam von dem Handgriff 9 zu isolieren.

- Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung. Während in den Fig. 2  
und 3 eine rein mechanische Lösung dargestellt wurde, betrifft Fig. 4 eine  
30 mechatronische Realisierung der Erfindung. Sofern im Wesentlichen gleiche  
Bauelemente wie bei den Fig. 2 und 3 eingesetzt werden, werden auch die glei-  
chen Bezugszeichen verwendet. Auf eine erneute Beschreibung dieser Bauele-  
mente kann verzichtet werden.

- 35 Ein wesentlicher Unterschied ist in der Ventileinrichtung zu finden: Der Luft-  
strom zu und von der Handgriff-Luftfeder 11 wird mit Hilfe von durch eine nicht  
darstellte Steuerung ansteuerbaren Ventilen, nämlich einem Einlassventil 22

- 1 und einem Auslassventil 23 sichergestellt.

Die Steuerung erhält eine wesentliche Information von einem Sensor 24, mit dem die Relativstellung zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Einheit 2 erfasst wird. Bei dem Sensor 24 kann es sich um einen beliebigen Näherungssensor, z. B. um einen Hall-Sensor, handeln. Der Sensor 24 sollte so ausgebildet sein, dass er die Relativstellung der beiden Einheiten 1, 2 wenigstens in dem angestrebten optimalen Bereich erfasst.

- 10 Sofern die Steuerung mit Hilfe des Sensors 24 eine Verlagerung der zweiten Einheit 2 aufgrund einer am Handgriff 9 wirkenden Betriebskraft feststellt, bewirkt sie durch entsprechendes Ansteuern des Einlassventils 22 oder des Auslassventils 23 eine Änderung der Steifigkeit der Handgriff-Luftfeder 11. Dementsprechend verlagern sich der Handgriffkolben 12 und der Handgriff 9 in der  
15 gewünschten Weise.

Die Steuerung ist in der Lage, einen gewissen Schwankungsbereich zuzulassen, der im Wesentlichen von dem zur Verfügung stehenden Federweg der Federeinrichtung 5 abhängt.

20

Die von der Steuerung bestimmte Stellfrequenz des Aktors kann kleiner sein als die Frequenz der in der ersten Einheit erzeugten Schwingung. Dadurch sind die Anforderungen an die Steuerung und die Bauelemente des Aktors vergleichsweise gering. Es ist aber auch möglich, die Stellfrequenz des Aktors höher zu wählen als die Schwingungsfrequenz. Dann wäre der Aktor in der Lage, der Schwingung aktiv entgegenzuwirken. Dies setzt jedoch eine entsprechend schnelle Steuerung und schnelle Ventile 23, 24 voraus.

30

35



**Patentansprüche**

- 1 1. Handgehaltenes Arbeitsgerät, mit
- einer im Betrieb durch eine Schwingung angeregten ersten Einheit (1);
  - einer gegenüber der ersten Einheit (1) wenigstens in einer Arbeitsrichtung (A) relativ beweglichen zweiten Einheit (2); und mit
- 5 - einer wirkungsmäßig zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) angeordneten Schwingungsisoliereinrichtung (3);
- wobei die Schwingungsisoliereinrichtung (3) wenigstens einen Aktor (4) zum Erzeugen einer Stellkraft aufweist, mit der eine in der Arbeitsrichtung (A) zwischen der ersten (1) und der zweiten (2) Einheit wirkende Betriebskraft wenigstens teilweise kompensierbar ist;
- dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktor (4) pneumatisch betrieben wird.
2. Arbeitsgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- das Arbeitsgerät ein Bohr- und/oder Schlaghammer ist;
- 15 - die zweite Einheit (2) einen Handgriff (9) aufweist;
- in der ersten Einheit (1) ein Luftfederschlagwerk vorgesehen ist, mit einem von einem Motor angetriebenen Antriebskolben (7) zum Antreiben eines Schlagkolbens mittels einer zwischen dem Antriebskolben (7) und dem Schlagkolben erzeugbaren Luftfeder (8); und dass
- 20 - der Antriebskolben (7) zum Erzeugen von Druckluft zum Speisen des Aktors (4) ausgebildet ist.
3. Arbeitsgerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktor (4) einen von dem Antriebskolben (7) mit Druckluft befüllbaren Druckluftspeicher (10) aufweist.
- 25 4. Arbeitsgerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- der Aktor (4) den Druckluftspeicher (10), eine Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23), eine Handgriff-Luftfeder (11) und einen Handgriffkolben (12) aufweist;
- 30 - der Druckluftspeicher (10) über die Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23) mit der Handgriff-Luftfeder (11) verbindbar ist; und dass
- die Handgriff-Luftfeder (11) auf den Handgriffkolben (12) wirkt, der mit dem Handgriff (9) verbunden ist.

- 1 5. Arbeitsgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23) derart ausgebildet ist, dass, wenn der Handgriffkolben (12) ein die Handgriff-Luftfeder (11) umschreibendes Volumen über ein vorgegebenes Maß verkleinert, Druckluft aus dem Druckluftspeicher (10) in die
- 5 Handgriff-Luftfeder (11) nachführbar ist, um das vorgegebene Maß für das Volumen der Handgriff-Luftfeder (11) wieder zu erreichen.
6. Arbeitsgerät nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventileinrichtung ein Auslassventil (14) aufweist zum Auslassen von Druckluft
- 10 aus der Handgriff-Luftfeder (11), wenn das Volumen der Handgriff-Luftfeder (11) aufgrund einer Verlagerung des Handgriffkolbens (12) einen vorgegebenen Maximalwert übersteigt.
7. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,
- 15 **net**, dass ein Sensor (24) vorgesehen ist, zum Bestimmen der Relativstellung der ersten (1) und der zweiten Einheit (2).
8. Arbeitsgerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- der Sensor (24) und die Ventileinrichtung (22, 23) mit einer Steuerung
- 20 verbunden sind; und dass
- die Ventileinrichtung (22, 23) durch die Steuerung derart ansteuerbar ist, dass in der Handgriff-Luftfeder (11) ein derartiger Druckluftzustand herrscht, dass die von dem Sensor (24) erfassten Relativstellungen (1) der ersten und der zweiten Einheit (2) in einem vorgegebenen Schwankungsbereich gehalten werden.
- 5
9. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel zu dem Aktor (4) zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) eine Federeinrichtung (5) angeordnet ist.
- 30
10. Arbeitsgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federeinrichtung (5) eine weichere Federkennlinie als der Aktor (4) aufweist.
11. Arbeitsgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federeinrichtung (5) eine Federsteifigkeit aufweist, die wenigstens so groß ist, dass
- 35 durch die Federeinrichtung (5) die Bewegung einer Amplitude der Schwingung aufnehmbar ist, ohne dass ein Blocksetzen der Federeinrichtung auftritt.

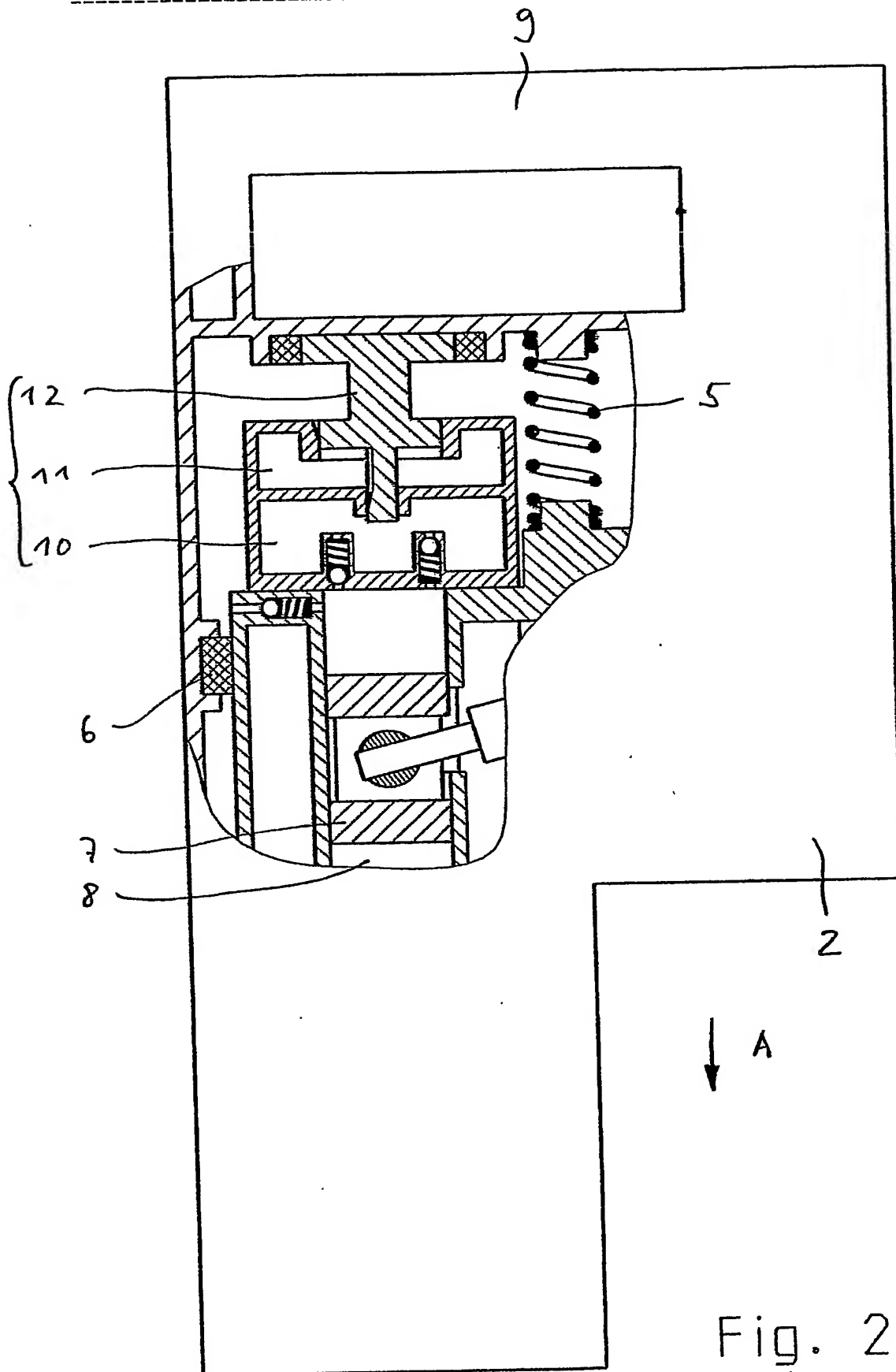
- 1 12. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die von dem Aktor (4) erzeugte Stellkraft zyklisch veränderbar ist, wobei die Änderung mit der gleichen Frequenz erfolgt, mit der sich der Antriebskolben (7) bewegt.
- 5 13. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine maximale Stellfrequenz des Aktors (4) kleiner ist als eine Frequenz der in der ersten Einheit (1) erzeugten Schwingung.
- 10 14. Arbeitsgerät nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 4 bis 13, jedoch nicht rückbezogen auf die Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine von einem Motor des Arbeitsgeräts angetriebene Druckluftherzeugungseinrichtung vorgesehen ist, zum Erzeugen von Druckluft für den Aktor (4).
- 15 15. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellkraft des Aktors (4) derart einstellbar ist, dass ein Schwan-  
kungsbereich für die durch unterschiedliche Betriebskräfte verursachten Relativstellungen zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) sichergestellt  
20 ist, der kleiner als ein Schwan-  
kungsbereich ist, den die Relativstellungen zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) bei ebenso unterschiedlichen Betriebskräften, jedoch ohne die Kompensationswirkung der Stellkraft des Aktors (4) erreichen würden.

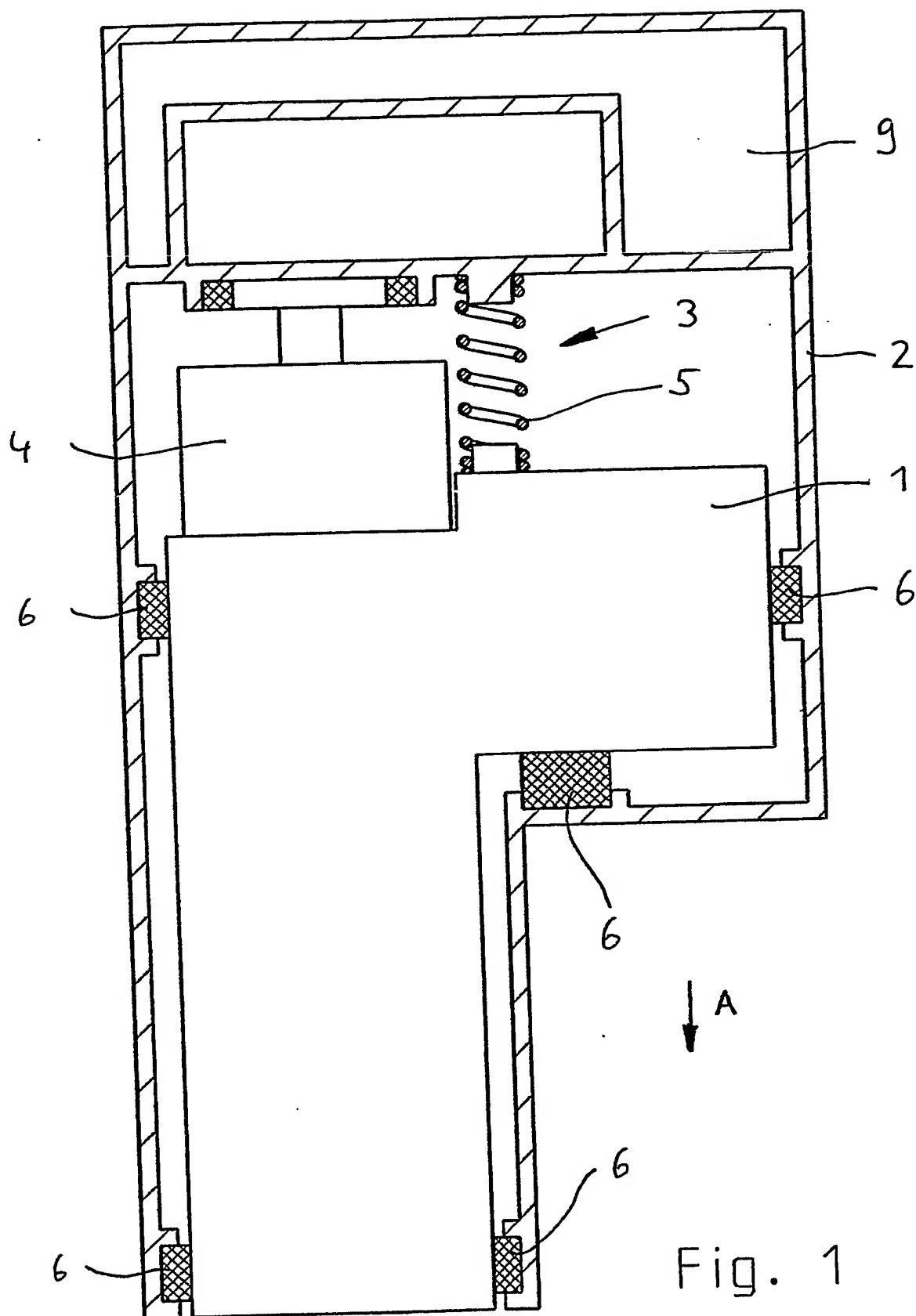
**Zusammenfassung****Arbeitsgerät mit Handgriffabfederung**

Ein handgehaltenes Arbeitsgerät weist eine im Betrieb durch eine Schwingung angeregte erste Einheit und eine gegenüber der ersten Einheit (1) relativ bewegliche zweite Einheit (2) auf. Zwischen der ersten und der zweiten Einheit ist eine Schwingungsisoliereinrichtung (3) angeordnet, die einen Aktor (4) zum Erzeugen einer Stellkraft aufweist, mit der eine in der Arbeitsrichtung (A) zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) wirkende Betriebskraft wenigstens teilweise kompensierbar ist. Der Aktor (4) wird pneumatisch betrieben. Ein Antriebskolben (7) eines Luftfederschlagwerks des Arbeitsgeräts dient zum Erzeugen von Druckluft zum Speisen des Aktors (4).

(Fig. 2)

Figur für die Zusammenfassung





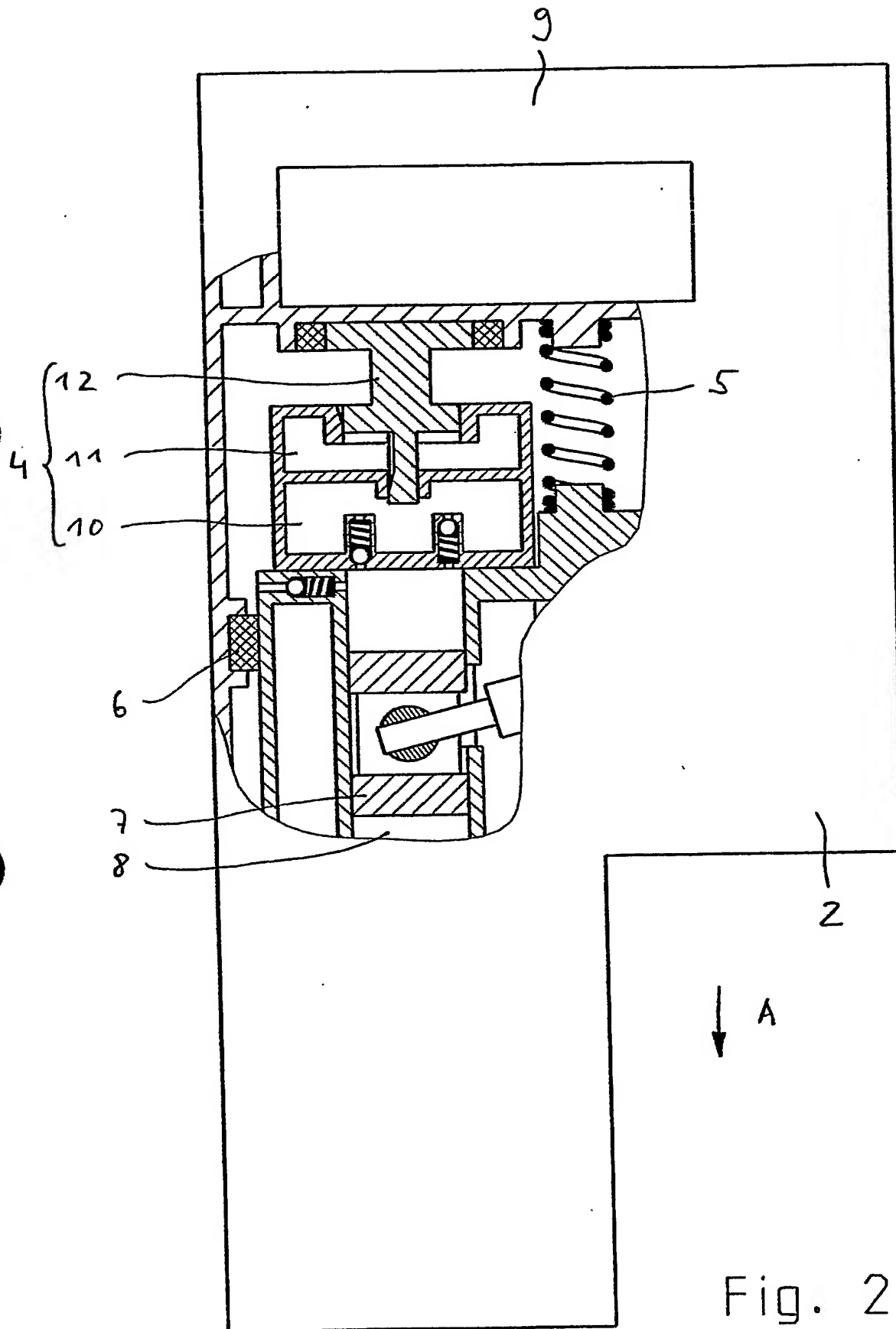


Fig. 2

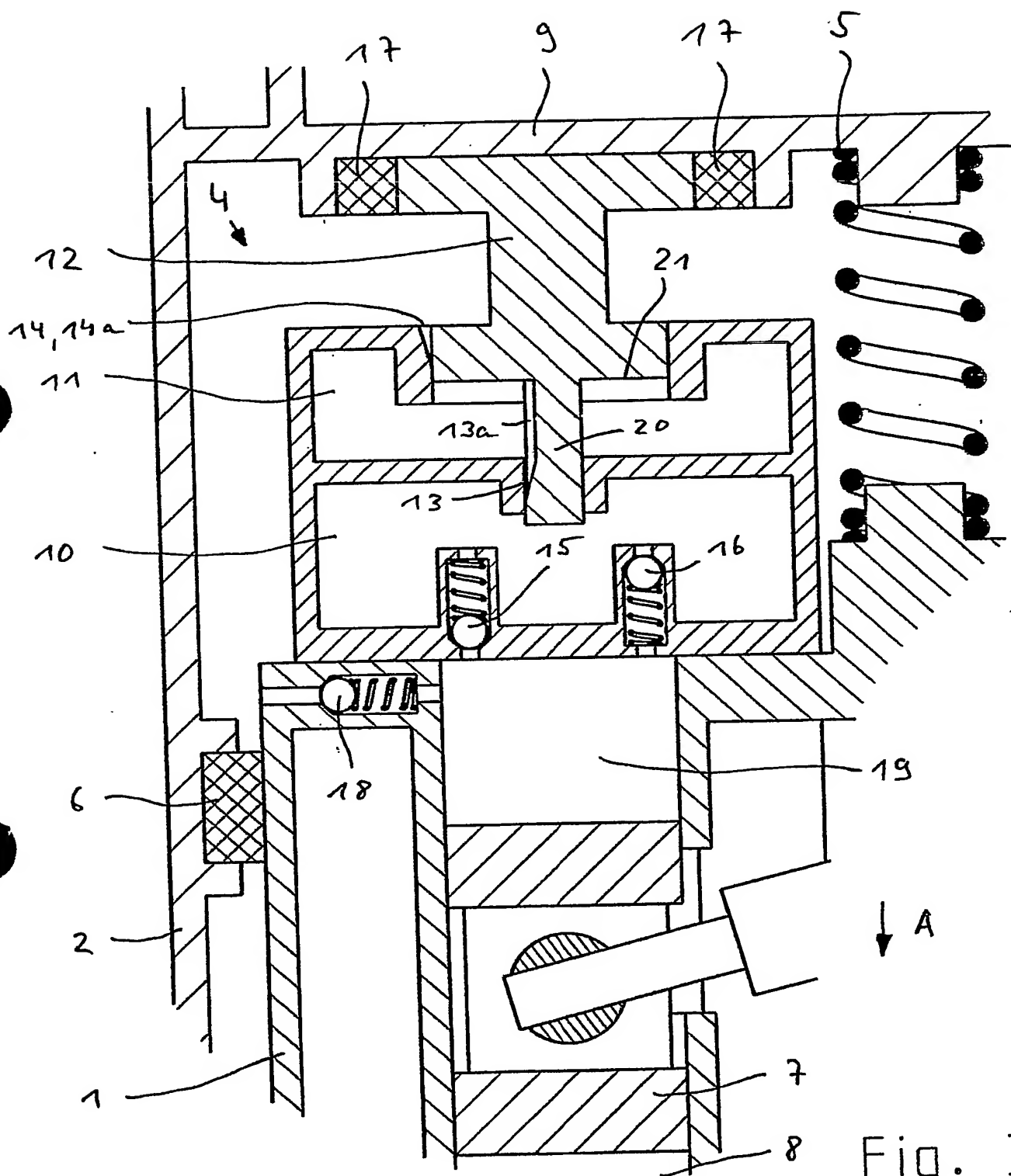


Fig. 3



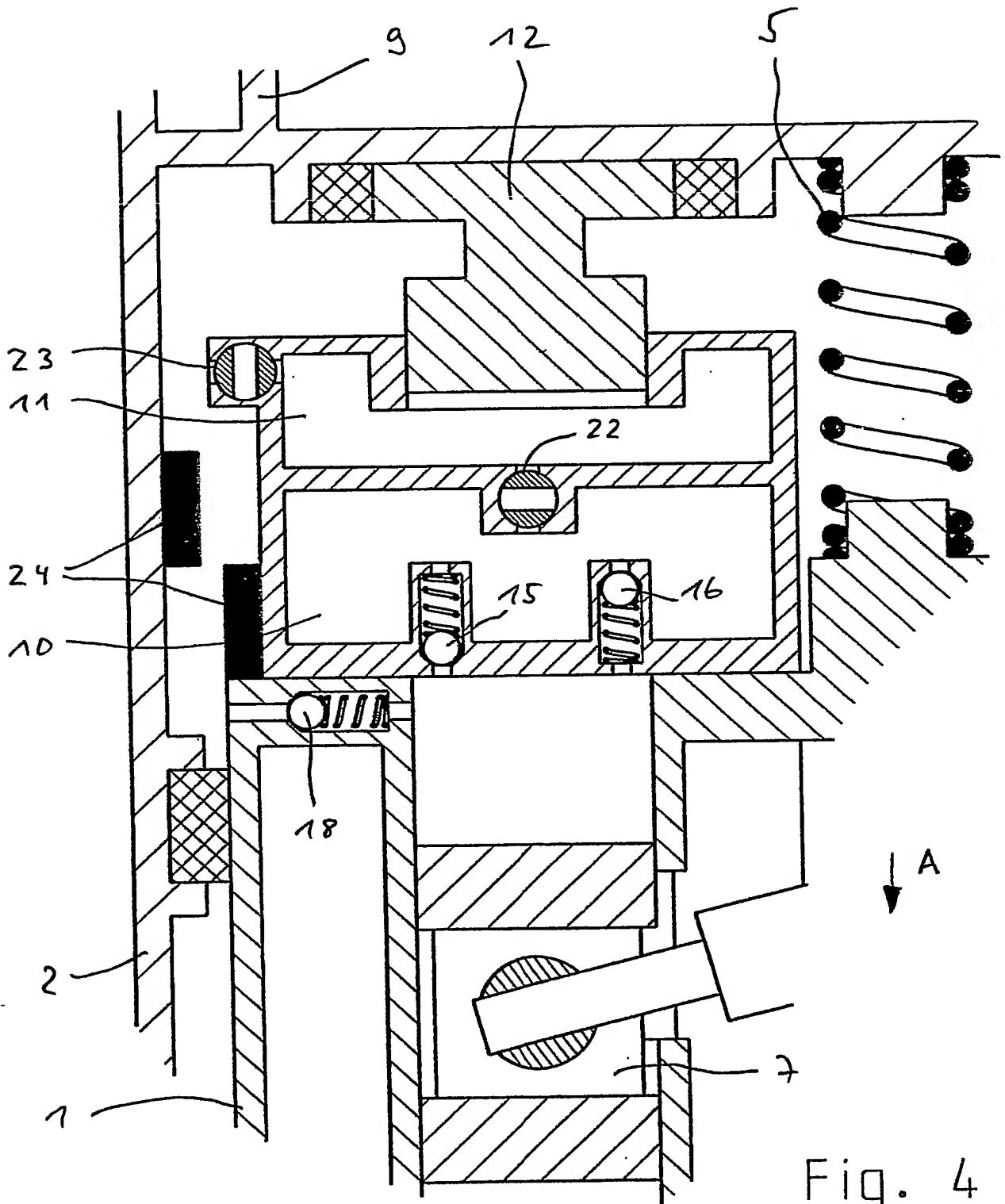


Fig. 4